

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年3月3日 (03.03.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/020220 A1

(51) 国際特許分類: G11B 7/135, G02B 27/00, 13/00, 13/18

INC.) [JP/JP]; 〒192-8505 東京都 八王子市 石川町
2970番地 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011729

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日: 2004年8月10日 (10.08.2004)

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 坂本 勝
也 (SAKAMOTO,Katsuya) [JP/JP]; 〒192-8505 東
京都 八王子市 石川町 2970番地 コニカミ
ノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 橋村 淳司
(HASHIMURA,Junji) [JP/JP]; 〒192-8505 東京都 八王
子市 石川町 2970番地 コニカミノルタオプト株
式会社内 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

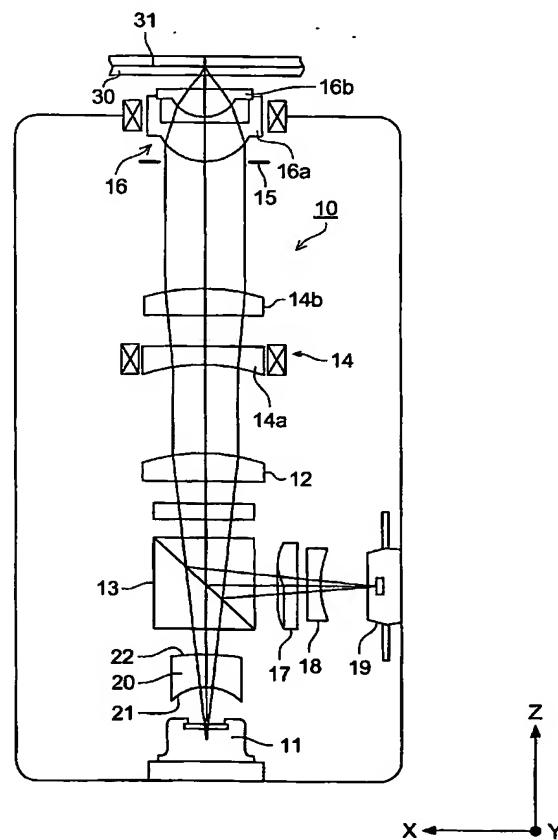
(締葉有)

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-299300 2003年8月22日 (22.08.2003) JP
特願2004-036861 2004年2月13日 (13.02.2004) JP(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): コニカミ
ノルタオプト株式会社 (KONICA MINOLTA OPTO,

(54) Title: LIGHT SOURCE DEVICE AND OPTICAL PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: 光源装置及び光ピックアップ装置



(57) Abstract: Disclosed is a light source device which comprises a beam shaper for transforming beams from a light source (11) into beams having a generally equal radiation angle and prevents astigmatism caused by temperature changes through linear expansion of the beam shaper.

(57) 要約: 光源11からの光束を放射角が略等しい光束に変換して射出するためのビーム整形素子を有し、温度変化で発生する批点収差の発生量を前記ビーム整形素子の線膨張により抑制する。

BEST AVAILABLE COPY



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

- 國際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

光源装置及び光ピックアップ装置

5 技術分野

本発明は、ビーム整形素子を備えた光源装置及び光ピックアップ装置に関する。

背景技術

一般的に光ピックアップ装置には光源としてLD (laser diode) 等の半導体レーザが用いられる。半導体レーザから出射される発散光束は断面形状が楕円形(つまり発光強度分布が楕円状)であるため半導体レーザからの楕円光束を円形光束に変換し、光利用効率を高める必要がある。

光束の断面形状を楕円形から円形に整形するビーム整形素子(ビームシェイパー)として、その光学面がアナモフィック面やシリンドリカル面からなるものが知られている。(例えば、特許文献1及び2参照。)。

【特許文献1】特開2003-178480号公報

【特許文献2】特開2003-188452号公報

【特許文献3】特開2002-323673号公報

近年、光ピックアップ装置においては短波長の光束や大パワーの光束を用いることが多い。そのため、環境温度の変化が光学系を構成する光学素子の性能(屈折率や形状)の変化や半導体レーザからの出射光束の波長変化を招き、非点収差が発生するという問題がある。従って、このような環境温度の変化に伴うレンズ特性の変化を抑制するには、一般にガラス製の光学素子を使用する場合が多く、上記特許文

文献 1 及び 2 に開示されたビーム整形素子もガラス製のものを採用している。一方、特許文献 3 には、収差変化の小さいプラスチック製のビーム整形素子を用いる事が記載されている。

プラスチックを用いた場合、ガラスと比べて温度変化による性能変化が大きい。

5 特許文献 3 でもプラスチックの整形素子を用いる事による温度変化により非点収差が発生する問題が記載されており、光源とビーム整形素子の間に設けられたプラスチック製の鏡胴の線膨張により当該非点収差を抑える事が記載されている。

ところが文献 3 の方法では、非点収差抑制に光源とビーム整形素子の間に設けられる鏡胴の線膨張を利用するため、適切に非点収差を抑制するための鏡胴を構成する 10 材料の選定に配慮を配る必要や鏡胴自体の厚みや長さ等についても設計に制限が多く、全体として製造の自由度が狭くなるという問題がある。従って、せっかくプラスチック製の素子を用いても、低コスト・小型・軽量等のメリットを十分に発揮できない結果となる。

しかも当該文献 3 のビーム整形素子の場合、入射面、出射面共にトーリック面で構成されているため、面形状が複雑となり、結果として低コストな素子、装置を実現できない。

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、環境温度の変化に伴う非点収差の発生を初めとした種々の収差を効果的に抑えつつ、低コスト・小型・軽量等に優れた断面形状が略円形の発散光束を射出することができるビーム整形素子、光 20 源装置及び光ピックアップ装置を提供することにある。

発明の開示

本発明の目的は、上述の課題を解決するものである。

以上の課題を解決するために本発明は、第1の構成として水平方向と垂直方向とで放射角が異なる光束を出射する光源と、前記光束を放射角が略等しい光束に変換して射出するための、線膨張係数 α_n が以下の条件式(1)

$$5.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 8.0 \times 10^{-5} \quad (1)$$

5 を満たすプラスチックからなる単玉のビーム整形素子とを有し、前記ビーム整形素子の一部は前記光源に対して、温度変化により生ずる前記ビーム整形素子の屈折率変化に伴って発生する非点収差を前記ビーム整形素子の線膨張により生ずる前記光源と前記ビーム整形素子の入射面との間隔変化で抑制する様、固定された光源装置である事を特徴とする。

10 また第2の構成として、ビーム整形素子は出射面を光源に対して光軸方向に実質変化しない様に固定する事を特徴とする。

また第3の構成として、ビーム整形素子は温度変化により発生する非点収差を、前記ビーム整形素子の温度変化による形状変化に伴って発生する非点収差を利用して抑制する様、構成される事を特徴とする。

15 また第4の構成として、ビーム整形素子出射面を固定する固定部材は、線膨張係数が $1.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 3.0 \times 10^{-5}$ を満たす材料からなる事を特徴とする。

また第5の構成として、ビーム整形素子の入射面と出射面のうち、少なくとも一方の光学面の水平方向又は垂直方向の断面形状が非円弧である事を特徴とする。

また第6の構成として、ビーム整形素子入射面の面形状は、以下の数1式又は数2式

【数1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

【数2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum_i A_{xi} X^i \right\}^2$$

5 を満足する事を特徴とする。

なおここで、Zは光軸方向（Z軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX軸方向（水平方向）、Y軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、R_xはXZ面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、k_x、k_y、A_{xi}及びA_{yi}は非円弧係数である。

10 また第7の構成として、ビーム整形素子出射面の面形状は、以下の数3式又は数4式

【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【数4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

15

を満足する事を特徴とする。

また第8の構成として、ビーム整形素子出射面の面形状は、以下の数1式又は数

2式

【数1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

【数2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum A_{xi} X^i \right\}$$

5

を満足する事を特徴とする。

なおここで、Zは光軸方向（Z軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX軸方向（水平方向）、Y軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、R_xはXZ面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、k_x、k_y、A_{xi}及び10 A_{yi}は非円弧係数である。

また第9の構成として、ビーム整形素子入射面の面形状は、以下の数3式又は数4式

【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

15

【数4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

を満足する形状である事を特徴とする。

また第10の構成としては、前述した光源装置と、光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置を提供する事を特徴とする。

5 また第11の構成として前述した光ピックアップ装置は、前記ビーム整形素子出射面から出射された光束を変換する光束変換素子を有し、次の関係式

$$0.5 < (L/S) \times f_c < 1.0$$

を満たす様構成される事を特徴とする。

なおここで、Lはビーム整形素子の軸上厚（mm）、Sは光源とビーム整形素子入射面との光軸上の距離（mm）、 f_c は光束変換素子の焦点距離（mm）である。

表1 (a) 及び表8 (a) によれば、上記式の下限は温度変化によって屈折率が変化することによって発生する非点収差を、温度変化によって軸上厚及び光源とビーム整形素子間の間隔が変化することによって非点収差は変化するが変化する非点収差量が小さく、非点収差が残ってしまう。また、上記式の上限は温度変化によって屈折率が変化することによって発生する非点収差を、温度変化によって軸上厚及び光源とビーム整形素子間の間隔が変化することによって非点収差は変化するが変化する非点収差量が過剰であるため、やはり非点収差が残ってしまう。そのため、上記式の範囲にすることで、温度変化時に発生する非点収差を適切に抑えることができる。

20 また第12の構成として発散角変換素子は、前記ビーム整形素子から出射された光束を光軸と平行な平行光に変換するカップリングレンズである事を特徴とする。

ここで、線膨張係数 α_n は常温域（約-30°C～70°C）における平均線膨張係数を指す。

また、「非点収差を抑制する」とは、非点収差をゼロにするものだけでなく、実質、情報の記録または再生に影響を及ぼさない程度に非点収差が抑制されているものも含むものとする。

また「光軸方向の位置が光源に対して相対的に実質変化しない」とは、環境温度
5 の変動の範囲内では光源との光軸方向の距離がほぼ一定である事を言う。

本発明の構成によれば環境温度の変化に伴う非点収差の発生を、プラスチック製のビーム整形素子自身が線膨張して光源と素子入射面との間隔変化により生ずる非点収差によって抑制するため、ビーム整形素子が取り付けられる部材の材料や寸法等の自由度が広がる。また、ビーム整形素子を固定する固定部材を線膨張係数が
10 $1.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 3.0 \times 10^{-5}$ を満たす材料で構成した場合には、光源装置、光ピックアップ装置全体として低コスト・小型・軽量なものを提供できる。

さらに、ビーム整形素子の光学面である入射面又は出射面を数1式又は数2式に規定される面で構成することで、ビーム整形素子の光学面をシリンドリカル面で構成する場合と比較して、温度変化時の非点収差のみならず、残留収差 (4thAS (四葉収差)) の抑制も可能となり、より良好な光学特性を得られる。
15

さらに、上述した数式で規定される入射面に加えて出射面を数3式又は数4式に規定される面で構成することで、更に良好な光学特性を得られる。

また逆に、数1式又は数2式に規定される面で出射面を構成した場合、更に入射面を数3式又は数4式に規定される面で構成した場合でも、同様に更に良好な光学
20 特性が得られる。

また、ビーム整形素子の入射面と出射面を共に数1式又は数2式に規定される面で構成することで、ビーム整形素子の光学面をシリンドリカル面で構成する場合と比較して、温度変化時の非点収差のみならず、残留収差 (4thAS (四葉収差)) の

抑制も可能となり、より良好な光学特性が得られる。

図面の簡単な説明

第1図は光ピックアップ装置の構成を示す平面図である。

5 第2図はビームシェイパーの形状を示す斜視図である。

第3図は設計軸上厚に対する残留収差と温度変化時の非点収差との関係を示すグラフである。

第4図は光ピックアップ装置の構成を示す平面図である。

第5(a)図、第5(b)図はビーム整形素子の光ピックアップ装置内での固定
10 例を示す平面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

本実施の形態においては、第1図に示すように、本発明に係るビーム整形素子20(以下、ビームシェイパーともいう。)を、特定波長のレーザ光(光束)を用いて光情報記録媒体の情報記録面31に対して情報の記録及び／又は読み取りを行う光ピックアップ装置10に適用している。

光ピックアップ装置10は、レーザ発振器11(光源)、ビームシェイパー20、カップリングレンズ12、ビームスプリッタ13、ビームエキスパンダー14(第1ビームエキスパンダー14a及び第2ビームエキスパンダー14b)、絞り15、対物レンズ16(第1対物レンズ16a及び第2対物レンズ16b)、シリンドリカルレンズ17、凹レンズ18、光センサ19等により概略構成されている。

光源11から出射される光束は、光軸Lに対して直交する方向であって、かつ互

いに直交する X Y 方向（水平方向及び垂直方向）へ異なる広がり角を有している。そして、この光束の X Y 断面は X 方向を短径、Y 方向を長径とする略楕円形状となっている。

以上のように構成された光ピックアップ装置 10 の動作について説明する。

5 光源 11 から出射された光束は、ビームシェーパー 20 の入射面に入射し、出射面から断面形状が整形されて出射される。この際のビームシェイパー 20 による光束に対する作用については後述する。

次に、このビームシェーパー 20 から出射された光束はカップリングレンズ 12 を通過して発散角が平行光に変換され、ビームスプリッタ 13 を経て、ビームエキ 10 スパンダー 14 により拡径された状態、即ち、ビームエキスパンダー 14 への入射時点よりも光束径を大きくされた状態で出射される。そして第 1 対物レンズ 16 a を通過して絞り 15 によって絞られ、第 2 対物レンズ 16 b により光情報記録媒体の保護基板 30 を介して情報記録面 31 上に集光スポットを形成する。

そして、情報記録面 31 で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び第 15 第 1 対物レンズ 16 a、絞り 15、第 2 対物レンズ 16 b、ビームエキスパンダー 1 4 を通過して、ビームスプリッタ 13 で分岐される。そして、シリンドリカルレンズ 17 により非点収差が与えられ、凹レンズ 18 を経て、光センサ 19 上へ入射し、光センサ 19 から出力される信号を用いて、光情報記録媒体に記録された情報の読み取信号が得られるようになっている。

20 第 1 図に示すように、本実施の形態におけるビームシェイパー 20 はプラスチック製で単玉の回転非対称レンズである。

ビームシェイパー 20 の線膨張係数 α_n は $5.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 8.0 \times 10^{-5}$ の範囲内となっている。

ビームシェイパー20の入射面21は、光軸Lに対して回転非対称面に形成されている。

第2図は非円弧トロイダル面の形状を表す断面図であり、図中の点線はビームシェイパー20内を通過する光束の光路を示す。なお、非円弧トロイダル面を表す式

5 (形状関数) については後述する。

ビームシェイパー20の入射面は、YZ面内における非円形の線分L1(非円弧)を、この非円弧と直交する平面内にある半径R=R1の円弧L2の中心点をY方向に通過する軸(回転軸A1)で回転させた面で構成されている。

ビームシェイパー20の出射面22は、XZ面での曲率半径とYZ面での曲率半径とが異なるトロイダル面となっている。

また、第5図はビームシェイパー20の光ピックアップへの固定方法を表す図であり、第5(a)図のようにビームシェイパー20の出射面22側は取付部材により光ピックアップ装置10本体に固定されており、出射面22の光軸方向の位置が光源11に対して相対的に実質変化しない構成となっている。また、第5(b)図のようにビームシェイパー20の出射面22側を直接的に光ピックアップ装置10本体に固定されており、出射面22の光軸方向の位置が光源11に対して相対的に実質変化しない構成となっている。なお、第5(a)図及び第5(b)図ではビームシェイパー20の出射面22側を光ピックアップ装置10本体に固定しているが、ビームシェイパーの入射面21側を光ピックアップ装置10本体に固定してもよい。

そして、ビームシェイパー20はXZ断面とYZ断面との屈折力の差によって断面が橢円形の入射光束を略円形の光束に変換して出射するようになっている。

さらに、従来より用いられているビームシェイパー20では、主にXZ断面とY

Z断面とで屈折力が異なることに起因して環境温度の変化時に非点収差が発生する。しかし本発明のビームシェイパー20を備えた光ピックアップ装置では、ビームシェーパー20の出射面の光軸方向の位置が光源に対して実質移動しないよう5に固定されており、温度変化によるビームシェーパー20自身の線膨張により生ずる光源11から入射面21までの距離変化が、上記非点収差が発生しても逆にキャンセルする方向に働くため、結果として上記非点収差が抑制される形となっている。勿論、温度変化によりビームシェーパー20自身の線膨張により形状も変化するため、更に効果的に上記非点収差を抑制できる。

具体的に説明すると、環境温度変化により、ビームシェイパー20の屈折率が変10化し、これによるXZ面及びYZ面における光束の出射角(出射光束の進行方向と光軸Lとが成す角)の変化と、線膨張により入射面21と出射面22の形状が変化することで入射面21及び出射面22の屈折率が変化することによる出射角の変化と、さらに、上述のようにビームシェイパー20を出射面位置が変化しないよう15に固定することにより、線膨張により入射面21の位置が光源11に対して相対的に変化することによる出射角の変化とを組み合わせることにより、XZ面及びYZ面における焦線の向き(方向)を調節し、環境温度変化後においても非点収差の発生を抑えるようになっている。

また、今回の実施形態ではビームシェーパー20の出射面が光源に対して光軸方向に実質的に変化しない様な固定の形態を示している。しかしながらビームシェー20パーの厚みや光ピックアップ装置の仕様によっては入射面側を固定する形態でも良く、様は温度変化によって生ずる非点収差をビームシェーパー20の線膨張がキャンセルする方向に生ずるよう固定する構成で有ればよい。

なお、ビームシェーパー20を装置に対して固定する部材は、環境温度の変化に

よっても実質的に線膨張が生じないような材料、即ち線膨張係数が $1.0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 3.0 \times 10^{-5}$ を満たす材料を用いる事ができ、例えばアルミニウムでも良い。

アルミニウムの場合、樹脂と比べて加工性と強度が高く固定させる本体側の部材
5 として適切である。

なお、環境温度の変化により出射光束の波長変動が生じる場合には、この波長変動に起因した出射角変化も考慮してビームシェイパー 20 の設計を行うものとする。

以上のように、本発明によれば、環境温度の変化に伴う非点収差の発生を抑えながら断面形状が略円形の発散ビームを射出することができるプラスチック製のビームシェイパー 20 及び光ピックアップ装置 10 を得られる。

なお、ビームシェイパー 20 及び光ピックアップ装置 10 の構成は上記実施の形態に示したものに限定されない。例えば、上記実施の形態においては、ビームエキスパンダー 14 と対物レンズ 16 がそれぞれ 2 つの光学素子（第 1 ビームエキスパンダー 14 a 及び第 2 ビームエキスパンダー 14 b、第 1 対物レンズ 16 a 及び第 2 対物レンズ 16 b）を組み合わせて構成されるものとしたが、これに限らず、それぞれ単玉のレンズ構成としてもよい。また、波長が異なる複数の光束を用いて複数種類の光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生が可能な、いわゆる互換性を有する光ピックアップ装置の構成としてもよい。

20 また、光ピックアップ装置 10 を構成する光学素子の光学面に回折構造を設けてもよい。これにより、回折光を用いた環境温度変化時や光束の波長変動（モードホップ）時における波面収差及び／又は非点収差の劣化を補償することができる。また、特定波長の入射光束に対してのみ光路差を付与する波長選択性を持たせること

が可能となり、例えば、光源 1 1 から波長が異なる複数種類の光束が出射される場合でも、各光束毎に断面形状を整形することができる。

第 3 図は、ビームシェイパー 2 0 の入射面と出射面の両面をシリンドリカル面で構成した場合における、設計軸上厚（横軸）の変化に対する、残留収差（4thAS 5 （四葉収差））及び温度変化時の非点収差（縦軸）の変化の一例を示すグラフである。

プラスチック製のビームシェイパーの両面をシリンドリカル面で構成することにより、温度変化に対する非点収差を実用上支障が無い程度に抑えることができるが、グラフに示すように、温度変化時の非点収差と残留収差（4thAS（四葉収差）） 10 とを両立させることができビームシェイパーを、両面シリンドリカル面で構成することは容易ではない。

そこで、このような温度変化時の非点収差と残留収差（4thAS（四葉収差））とを両立させるには、ビームシェイパーの入射面と出射面のうち少なくとも一方をトロイダル面で構成することが好ましい。

15 なお、本実施の形態においては、ビームシェイパー 2 0 が光源 1 1 からの断面橢円形状の入射光束を円形状に整形するものとしたが、これに限らず、入射の際とは長径及び／又は短径が異なる橢円形状に整形するものとしてもよい。

また、本実施の形態においては、ビームシェイパー 2 0 が光源 1 1 付近に配置されるものとしたが、これに限らず、出射光束の光路中に配置すればよい。

20 また、上記実施の形態では、光源 1 1 とビームシェイパー 2 0 とを別体の構成としたが、図 6 のようにビームシェイパー 2 0 を光源 1 1 に近接して配置し、同一の筐体内に格納する構成としてもよく、これにより、環境温度変化時においても非点収差の発生を抑える機能を有した光源装置を得られる。

また、ビームシェイパー20を光ピックアップ装置10に適用した場合について説明したが、これに限らず、例えば、レーザービームプリンタや複写機等、光束の断面形状を円形に整形して使用する全ての装置に適用可能である。

【実施例】

5 次に、実施例1～6について説明する。

各実施例における光ピックアップ装置は第1図に示したものと同様の構成となっている。

表1に示すように、実施例1～3はビームシェイパーの整形倍率mを一定にして、S（光源からビームシェイパーの入射面までの光軸上の距離）とL（ビームシェイ10 パーの軸上厚）を変化させたものであり、実施例4～6はSを一定にしてmとLを変化させたものである。

実施例の特性

表 1

	m	f_C	S	L	L/S	α_n	AS3 (Δn)	AS3 ($\Delta\lambda$)	AS3 (ΔL)	AS3 (ΔS)	AS3 (total)
実施例 A1	2.34	10	1	1.75	1.750	6.4xE-5	0.019	0.001	-0.006	-0.013	0.001
実施例 A2	2.34	10	1.5	2.6	1.733	6.4xE-5	0.029	0.002	-0.011	-0.019	0.000
実施例 A3	2.34	10	2	3.45	1.725	6.4xE-5	0.038	0.002	-0.015	-0.025	0.000

(b)

	m	f_C	S	L	L/S	α_n	AS3 (Δn)	AS3 ($\Delta\lambda$)	AS3 (ΔL)	AS3 (ΔS)	AS3 (total)
実施例 B1	1.5	12	2	1.35	0.675	6.4xE-5	0.018	0.001	-0.012	-0.008	0.000
実施例 B2	2	12	2	2.56	1.280	6.4xE-5	0.034	0.002	-0.013	-0.020	0.002
実施例 B3	2.5	12	2	3.11	1.555	6.4xE-5	0.042	0.003	-0.018	-0.027	0.000

M : ビーム整形倍率
 f_C [mm] : カップリングレンズの焦点距離
S [mm] : 光源とビームシェーバー入射面との光軸上の間隔
L [mm] : ビームシェイバーの軸上厚
AS3 (Δn) [λ_{rms}] : 温度変化 (+30 °C) 時にビーム整形素子の屈折率の変化に伴って発生する非点収差
 $(dn/dT = -1.2 \times 10^{-4} [1/\text{°C}])$
AS3 ($\Delta\lambda$) [λ_{rms}] : 温度変化 (+30 °C) 時に光源の発振波長の変化に伴って発生する非点収差
 $(d\lambda/dT = 5.0 \times 10^{-2} [\text{nm}/\text{°C}])$
AS3 (ΔL) [λ_{rms}] : 温度変化 (+30 °C) 時にビーム整形素子が線膨張する事で生ずる形変で発生する非点収差
AS3 (ΔS) [λ_{rms}] : 温度変化 (+30 °C) 時にビーム整形素子が線膨張する事で生ずる光源とビーム整形素子入射面との間隔変化で発生する非点収差
AS3 (total) [λ_{rms}] : 温度変化 (+30 °C) 時に発生する非点収差 (上記 4 つ非点収差の合計)

実施例1～6における各光ピックアップ装置を構成する光学素子のレンズデータを表2～7に示す。

【表2-1】
実施例1 レンズデータ

光源波長

$\lambda = 405 \text{ nm}$
光源からビームシェイパーまでの距離
 $Z = 1.000 \text{ mm}$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$R_x = -1.3672 \times 10^{-1} \text{ mm}$

YZ面での曲率半径

$R_y = -8.2203 \times 10^{-1} \text{ mm}$

非円弧トロイダル係数

$\kappa_y = -0.0000 \times 10^0$

$A_{y4} = -4.6270 \times 10^{-1}$

軸上厚

$D = 1.750 \text{ mm}$

屈折率

$n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

XZ面での曲率半径

$R_x = -1.3228 \times 10^0 \text{ mm}$

YZ面での曲率半径

$R_y = -2.3097 \times 10^0 \text{ mm}$

間隔(ビームシェイパー—カップリング光学素子)

$Z = 5.911 \text{ mm}$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$R = +3.8964 \times 10^1 \text{ mm}$

軸上厚

$D = 2.000 \text{ mm}$

屈折率

$n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径

$R = -5.9591 \times 10^0 \text{ mm}$

非球面係数

$\kappa = -1.0000 \times 10^{-1}$

$A_4 = +3.0567 \times 10^{-4}$

$A_6 = +2.7065 \times 10^{-5}$

【表2-2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

 $Z = 5.000 \text{ mm}$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

 $R = -8.1743 \times 10^0 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -2.9258 \times 10^{-1}$ $A_4 = +6.4796 \times 10^{-3}$ $A_6 = +8.7198 \times 10^{-6}$

軸上厚

 $D = 0.800 \text{ mm}$

屈折率

 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径

 $R = +2.3535 \times 10^1 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -1.1221 \times 10^1$ $A_4 = -2.0771 \times 10^{-5}$ $A_6 = +7.7561 \times 10^{-6}$

間隔(ビームエキスパンダー-間隔)

 $Z = 2.000 \text{ mm}$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

 $R = +1.0000 \times 10^{20} \text{ mm}$

光路差関数(光路差関数の係数:基準波長405nm)

 $C_2 = -2.4049 \times 10^1$ $C_4 = -2.2337 \times 10^{-1}$

軸上厚

 $D = 1.000 \text{ mm}$

屈折率

 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径

 $R = -1.8017 \times 10^1 \text{ mm}$

光路差関数(光路差関数の係数:基準波長405nm)

 $C_2 = -2.6978 \times 10^1$ $C_4 = +2.2893 \times 10^{-2}$

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

 $Z = 10.00 \text{ mm}$

絞り

 $\phi 3.000 \text{ mm}$

間隔(絞り-対物レンズ)

 $Z = 0.000 \text{ mm}$

入射面(対物レンズ)

曲率半径

 $R = +2.0966 \times 10^0 \text{ mm}$

非球面係数

 $\kappa = -1.6811 \times 10^{-1}$ $A_4 = -4.6833 \times 10^{-3}$ $A_6 = +6.1106 \times 10^{-4}$ $A_8 = -9.4660 \times 10^{-4}$ $A_{10} = +2.3384 \times 10^{-4}$ $A_{12} = -1.5568 \times 10^{-4}$

【表 2-3】

$$A_{14} = +6.6382 \times 10^{-5}$$

$$A_{16} = -1.8857 \times 10^{-5}$$

軸上厚

$$D = 2.500 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面(対物レンズ)

曲率半径

$$R = +6.2900 \times 10^0 \text{ mm}$$

非球面係数

$$K = -2.2155 \times 10^{-3}$$

$$A_4 = +1.7541 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -9.5133 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = -1.7951 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = +8.9879 \times 10^{-3}$$

間隔(対物レンズ間隔)

$$Z = 0.050 \text{ mm}$$

入射面(対物レンズ)

曲率半径

$$R = +8.8802 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

非球面係数

$$K = -8.0927 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = +1.1694 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = +2.8874 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = +1.2745 \times 10^{-1}$$

$$A_{10} = -8.7726 \times 10^{-2}$$

軸上厚

$$D = 1.100 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.560$$

出射面(対物レンズ)

曲率半径

$$R = +1.0000 \times 10^{+2} \text{ mm}$$

間隔(対物レンズ-ディスク)

$$Z = 0.256 \text{ mm}$$

基板厚

$$D = 0.100 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.619$$

【表 3-1】

実施例2 レンズデータ

光源波長

$\lambda = 405 \text{ nm}$
光源からビームシェイパーまでの距離

$Z = 1.500 \text{ mm}$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$R_x = -2.0492 \times 10^{-1} \text{ mm}$

YZ面での曲率半径

$R_y = -1.2394 \times 10^{-0} \text{ mm}$

非円弧トロイダル係数

$\kappa_y = -0.0000 \times 10^{-0}$

$A_{y4} = -1.3753 \times 10^{-1}$

軸上厚

$D = 2.600 \text{ mm}$

屈折率

$n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

XZ面での曲率半径

$R_x = -1.9680 \times 10^{-0} \text{ mm}$

YZ面での曲率半径

$R_y = -3.4591 \times 10^{-0} \text{ mm}$

間隔(ビームシェイパー—カップリング光学素子)

$Z = 4.483 \text{ mm}$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$R = +3.8964 \times 10^{+1} \text{ mm}$

軸上厚

$D = 2.000 \text{ mm}$

屈折率

$n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径

$R = -5.9591 \times 10^{-0} \text{ mm}$

非球面係数

$\kappa = -1.0000 \times 10^{-1}$

$A_4 = +2.8099 \times 10^{-4}$

$A_6 = +2.7162 \times 10^{-5}$

【表 3-2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

Z= 5.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= -8.1743 × E+0 mm

非球面係数

κ= -2.9258 × E-1

A₄= +6.4796 × E-3A₆= +8.7198 × E-6

軸上厚

D= 0.800 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= +2.3535 × E+1 mm

非球面係数

κ= -1.1221 × E+1

A₄= -2.0771 × E-5A₆= +7.7561 × E-6

間隔(ビームエキスパンダー-間隔)

Z= 2.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= +1.0000 × E+20 mm

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.4049 × E+1

C4 -2.2337 × E-1

軸上厚

D= 1.000 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= -1.8017 × E+1 mm

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)

C2 -2.6978 × E+1

C4 +2.2893 × E-2

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

Z= 10.00 mm

絞り

φ 3.000 mm

間隔(絞り-対物レンズ)

Z= 0.000 mm

入射面(対物レンズ)

曲率半径

R= +2.0966 × E+0 mm

非球面係数

κ= -1.6811 × E-1

A₄= -4.6833 × E-3A₆= +6.1106 × E-4A₈= -9.4660 × E-4A₁₀= +2.3384 × E-4A₁₂= -1.5568 × E-4

【表 3-3】

$A_{14} = +6.6382 \times 10^{-5}$
 $A_{16} = -1.8857 \times 10^{-5}$
軸上厚
 $D = 2.500 \text{ mm}$
屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.525$
出射面(対物レンズ)
曲率半径
 $R = +6.2900 \times 10^0 \text{ mm}$
非球面係数
 $\kappa = -2.2155 \times 10^{-3}$
 $A_4 = +1.7541 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -9.5133 \times 10^{-3}$
 $A_8 = -1.7951 \times 10^{-2}$
 $A_{10} = +8.9879 \times 10^{-3}$
間隔(対物レンズ間隔)
 $Z = 0.050 \text{ mm}$
入射面(対物レンズ)
曲率半径
 $R = +8.8802 \times 10^{-1} \text{ mm}$
非球面係数
 $\kappa = -8.0927 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +1.1694 \times 10^{-1}$
 $A_6 = +2.8874 \times 10^{-2}$
 $A_8 = +1.2745 \times 10^{-1}$
 $A_{10} = -8.7726 \times 10^{-2}$
軸上厚
 $D = 1.100 \text{ mm}$
屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.560$
出射面(対物レンズ)
曲率半径
 $R = +1.0000 \times 10^{+2} \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)
 $Z = 0.256 \text{ mm}$
基板厚
 $D = 0.100 \text{ mm}$
屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.619$

【表4-1】

実施例3 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.7314 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -1.6572 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$\kappa_y = -0.0000 \times 10^{-1}$$

$$A_{y4} = -5.8133 \times 10^{-2}$$

軸上厚

$$D = 3.450 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.6142 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -4.6120 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパー-カップリング光学素子)

$$Z = 3.058 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +3.8964 \times 10^1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -5.9591 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

非球面係数

$$\kappa = -1.0000 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = +2.5641 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = +2.7218 \times 10^{-5}$$

【表 4-2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

Z= 5.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= -8.1743 × E+0 mm
非球面係数

κ= -2.9258 × E-1

A₄= +6.4796 × E-3A₆= +8.7198 × E-6

軸上厚

D= 0.800 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= +2.3535 × E+1 mm
非球面係数

κ= -1.1221 × E+1

A₄= -2.0771 × E-5A₆= +7.7561 × E-6

間隔(ビームエキスパンダー-間隔)

Z= 2.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= +1.0000 × E+20 mm
光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)C₂ -2.4049 × E+1C₄ -2.2337 × E-1

軸上厚

D= 1.000 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= -1.8017 × E+1 mm
光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)C₂ -2.6978 × E+1C₄ +2.2893 × E-2

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

Z= 10.00 mm

絞り

Φ 3.000 mm

間隔(絞り-対物レンズ)

Z= 0.000 mm

入射面(対物レンズ)

曲率半径

R= +2.0966 × E+0 mm
非球面係数

κ= -1.6811 × E-1

A₄= -4.6833 × E-3A₆= +6.1106 × E-4A₈= -9.4660 × E-4A₁₀= +2.3384 × E-4A₁₂= -1.5568 × E-4

【表4-3】

軸上厚
 $A_{14} = +6.6382 \times 10^{-5}$
 $A_{16} = -1.8857 \times 10^{-5}$
 屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.525$
 出射面(対物レンズ)
 曲率半径
 $R = +6.2900 \times 10^0 \text{ mm}$
 非球面係数
 $\kappa = -2.2155 \times 10^{-3}$
 $A_4 = +1.7541 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -9.5133 \times 10^{-3}$
 $A_8 = -1.7951 \times 10^{-2}$
 $A_{10} = +8.9879 \times 10^{-3}$
 間隔(対物レンズ間隔)
 $Z = 0.050 \text{ mm}$
 入射面(対物レンズ)
 曲率半径
 $R = +8.8802 \times 10^{-1} \text{ mm}$
 非球面係数
 $\kappa = -8.0927 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +1.1694 \times 10^{-1}$
 $A_6 = +2.8874 \times 10^{-2}$
 $A_8 = +1.2745 \times 10^{-1}$
 $A_{10} = -8.7726 \times 10^{-2}$
 軸上厚
 $D = 1.100 \text{ mm}$
 屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.560$
 出射面(対物レンズ)
 曲率半径
 $R = +1.0000 \times 10^{+2} \text{ mm}$
 間隔(対物レンズ-ディスク)
 $Z = 0.256 \text{ mm}$
 基板厚
 $D = 0.100 \text{ mm}$
 屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.619$

【表 5-1】

実施例4 レンズデータ

光源波長

$\lambda = 405 \text{ nm}$
 光源からビームシェイパーまでの距離
 $Z = 2,000 \text{ mm}$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径
 $R_x = -4.6475 \times 10^{-1} \text{ mm}$
 YZ面での曲率半径
 $R_y = -2.3060 \times 10^{-1} \text{ mm}$
 非円弧トロイダル係数
 $\kappa_y = -0.0000 \times 10^0$
 $A_{y4} = +7.5152 \times 10^{-3}$

軸上厚

$D = 1.350 \text{ mm}$

屈折率

$n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

XZ面での曲率半径
 $R_x = -1.2127 \times 10^{-1} \text{ mm}$
 YZ面での曲率半径
 $R_y = -2.5200 \times 10^{-1} \text{ mm}$

間隔(ビームシェイパー-カップリング光学素子)
 $Z = 6.560 \text{ mm}$ 入射面(カップリング光学素子)
 曲率半径

$R = +5.0247 \times 10^1 \text{ mm}$

軸上厚

$D = 2.000 \text{ mm}$

屈折率

$n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径
 $R = -7.1036 \times 10^{-1} \text{ mm}$
 非球面係数
 $\kappa = -1.0000 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +2.0406 \times 10^{-4}$
 $A_6 = +2.2179 \times 10^{-5}$

【表 5-2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)

Z= 5.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= -8.1743 × E+0 mm

非球面係数

κ= -2.9258 × E-1

A₄= +6.4796 × E-3A₆= +8.7198 × E-6

軸上厚

D= 0.800 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= +2.3535 × E+1 mm

非球面係数

κ= -1.1221 × E+1

A₄= -2.0771 × E-5A₆= +7.7561 × E-6

間隔(ビームエキスパンダー間隔)

Z= 2.000 mm

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径

R= +1.0000 × E+20 mm

光路差関数(光路差関数の係数: 基準波長 405nm)

C₂ -2.4049 × E+1C₄ -2.2337 × E-1

軸上厚

D= 1.000 mm

屈折率

n(405nm)= 1.525

出射面

曲率半径

R= -1.8017 × E+1 mm

光路差関数(光路差関数の係数: 基準波長 405nm)

C₂ -2.6978 × E+1C₄ +2.2893 × E-2

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)

Z= 10.00 mm

絞り

φ 3.000 mm

間隔(絞り-対物レンズ)

Z= 0.000 mm

入射面(対物レンズ)

曲率半径

R= +2.0966 × E+0 mm

非球面係数

κ= -1.6811 × E-1

A₄= -4.6833 × E-3A₆= +6.1106 × E-4A₈= -9.4660 × E-4A₁₀= +2.3384 × E-4A₁₂= -1.5568 × E-4

【表 5-3】

軸上厚 $A_{14} = +6.6382 \times 10^{-5}$
 $A_{16} = -1.8857 \times 10^{-5}$
 屈折率 $D = 2.500 \text{ mm}$
 $n(405\text{nm}) = 1.525$
 出射面(対物レンズ)
 曲率半径 $R = +6.2900 \times 10^0 \text{ mm}$
 非球面係数
 $\kappa = -2.2155 \times 10^{-3}$
 $A_4 = +1.7541 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -9.5133 \times 10^{-3}$
 $A_8 = -1.7951 \times 10^{-2}$
 $A_{10} = +8.9879 \times 10^{-3}$
 間隔(対物レンズ間隔) $Z = 0.050 \text{ mm}$
 入射面(対物レンズ)
 曲率半径 $R = +8.8802 \times 10^{-1} \text{ mm}$
 非球面係数
 $\kappa = -8.0927 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +1.1694 \times 10^{-1}$
 $A_6 = +2.8874 \times 10^{-2}$
 $A_8 = +1.2745 \times 10^{-1}$
 $A_{10} = -8.7726 \times 10^{-2}$
 軸上厚 $D = 1.100 \text{ mm}$
 屈折率 $n(405\text{nm}) = 1.560$
 出射面(対物レンズ)
 曲率半径 $R = +1.0000 \times 10^{+2} \text{ mm}$
 間隔(対物レンズ-ディスク) $Z = 0.256 \text{ mm}$
 基板厚 $D = 0.100 \text{ mm}$
 屈折率 $n(405\text{nm}) = 1.619$

【表 6-1】
実施例5 レンズデータ

光源波長

$\lambda = 405 \text{ nm}$
光源からビームシェイパーまでの距離
 $Z = 2.000 \text{ mm}$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径
 $R_x = -3.3226 \times 10^{-1} \text{ mm}$
YZ面での曲率半径
 $R_y = -1.9469 \times 10^{-1} \text{ mm}$
非円弧トロイダル係数
 $\kappa_y = -0.0000 \times 10^{-1}$
 $A_{y4} = -4.1077 \times 10^{-3}$

軸上厚

 $D = 2.560 \text{ mm}$

屈折率

 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

XZ面での曲率半径
 $R_x = -1.7774 \times 10^{-1} \text{ mm}$
YZ面での曲率半径
 $R_y = -3.1233 \times 10^{-1} \text{ mm}$

間隔(ビームシェイパー—カップリング光学素子)

 $Z = 4.867 \text{ mm}$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径
 $R = +5.0247 \times 10^1 \text{ mm}$

軸上厚

 $D = 2.000 \text{ mm}$

屈折率

 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径
 $R = -7.1036 \times 10^{-1} \text{ mm}$
非球面係数
 $\kappa = -1.0000 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +1.7507 \times 10^{-4}$
 $A_6 = +2.1905 \times 10^{-5}$

【表 6-2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)
 $Z= 5.000 \text{ mm}$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径
 $R= -8.1743 \times 10^0 \text{ mm}$

非球面係数
 $\kappa= -2.9258 \times 10^{-1}$
 $A_4= +6.4796 \times 10^{-3}$
 $A_6= +8.7198 \times 10^{-6}$

軸上厚
 $D= 0.800 \text{ mm}$

屈折率
 $n(405\text{nm})= 1.525$

出射面

曲率半径
 $R= +2.3535 \times 10^1 \text{ mm}$

非球面係数
 $\kappa= -1.1221 \times 10^1$
 $A_4= -2.0771 \times 10^{-5}$
 $A_6= +7.7561 \times 10^{-6}$

間隔(ビームエキスパンダー間隔)
 $Z= 2.000 \text{ mm}$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径
 $R= +1.0000 \times 10^{20} \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)
 $C2= -2.4049 \times 10^1$
 $C4= -2.2337 \times 10^{-1}$

軸上厚
 $D= 1.000 \text{ mm}$

屈折率
 $n(405\text{nm})= 1.525$

出射面

曲率半径
 $R= -1.8017 \times 10^1 \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)
 $C2= -2.6978 \times 10^1$
 $C4= +2.2893 \times 10^{-2}$

間隔(ビームエキスパンダー-絞り)
 $Z= 10.00 \text{ mm}$

絞り
 $\phi 3.000 \text{ mm}$

間隔(絞り-対物レンズ)
 $Z= 0.000 \text{ mm}$

入射面(対物レンズ)

曲率半径
 $R= +2.0966 \times 10^0 \text{ mm}$

非球面係数
 $\kappa= -1.6811 \times 10^{-1}$
 $A_4= -4.6833 \times 10^{-3}$
 $A_6= +6.1106 \times 10^{-4}$
 $A_8= -9.4660 \times 10^{-4}$
 $A_{10}= +2.3384 \times 10^{-4}$
 $A_{12}= -1.5568 \times 10^{-4}$

【表 6-3】

$A_{14} = +6.6382 \times 10^{-5}$
 $A_{16} = -1.8857 \times 10^{-5}$
軸上厚
 $D = 2.500 \text{ mm}$
屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.525$
出射面(対物レンズ)
曲率半径
 $R = +6.2900 \times 10^0 \text{ mm}$
非球面係数
 $\kappa = -2.2155 \times 10^{-3}$
 $A_4 = +1.7541 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -9.5133 \times 10^{-3}$
 $A_8 = -1.7951 \times 10^{-2}$
 $A_{10} = +8.9879 \times 10^{-3}$
間隔(対物レンズ間隔)
 $Z = 0.050 \text{ mm}$
入射面(対物レンズ)
曲率半径
 $R = +8.8802 \times 10^{-1} \text{ mm}$
非球面係数
 $\kappa = -8.0927 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +1.1694 \times 10^{-1}$
 $A_6 = +2.8874 \times 10^{-2}$
 $A_8 = +1.2745 \times 10^{-1}$
 $A_{10} = -8.7726 \times 10^{-2}$
軸上厚
 $D = 1.100 \text{ mm}$
屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.560$
出射面(対物レンズ)
曲率半径
 $R = +1.0000 \times 10^{+2} \text{ mm}$
間隔(対物レンズ-ディスク)
 $Z = 0.256 \text{ mm}$
基板厚
 $D = 0.100 \text{ mm}$
屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.619$

【表 7-1】

実施例6 レンズデータ

光源波長

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

光源からビームシェイパーまでの距離

$$Z = 2.000 \text{ mm}$$

入射面(ビームシェイパー)

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.5901 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -2.1024 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

非円弧トロイダル係数

$$K_y = -0.0000 \times 10^{-1}$$

$$A_{y4} = -1.2959 \times 10^{-3}$$

軸上厚

$$D = 3.110 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

XZ面での曲率半径

$$R_x = -2.0275 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

YZ面での曲率半径

$$R_y = -3.6277 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

間隔(ビームシェイパー—カップリング光学素子)

$$Z = 4.239 \text{ mm}$$

入射面(カップリング光学素子)

曲率半径

$$R = +5.0247 \times 10^1 \text{ mm}$$

軸上厚

$$D = 2.000 \text{ mm}$$

屈折率

$$n(405\text{nm}) = 1.525$$

出射面

曲率半径

$$R = -7.1036 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

非球面係数

$$K = -1.0000 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = +1.5525 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = +2.1947 \times 10^{-5}$$

【表 7-2】

間隔(カップリング光学素子-ビームエキスパンダー)
 $Z = 5.000 \text{ mm}$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径
 $R = -8.1743 \times 10^0 \text{ mm}$

非球面係数
 $\kappa = -2.9258 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +6.4796 \times 10^{-3}$
 $A_6 = +8.7198 \times 10^{-6}$

軸上厚
 $D = 0.800 \text{ mm}$

屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径
 $R = +2.3535 \times 10^1 \text{ mm}$

非球面係数
 $\kappa = -1.1221 \times 10^1$
 $A_4 = -2.0771 \times 10^{-5}$
 $A_6 = +7.7561 \times 10^{-6}$

間隔(ビームエキスパンダー間隔)
 $Z = 2.000 \text{ mm}$

入射面(ビームエキスパンダー)

曲率半径
 $R = +1.0000 \times 10^{20} \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)
 $C_2 = -2.4049 \times 10^1$
 $C_4 = -2.2337 \times 10^{-1}$

軸上厚
 $D = 1.000 \text{ mm}$

屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.525$

出射面

曲率半径
 $R = -1.8017 \times 10^1 \text{ mm}$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 405nm)
 $C_2 = -2.6978 \times 10^1$
 $C_4 = +2.2893 \times 10^{-2}$

間隔(ビームエキスパンダ—絞り)
 $Z = 10.00 \text{ mm}$

絞り
 $\phi 3.000 \text{ mm}$

間隔(絞り-対物レンズ)
 $Z = 0.000 \text{ mm}$

入射面(対物レンズ)

曲率半径
 $R = +2.0966 \times 10^0 \text{ mm}$

非球面係数
 $\kappa = -1.6811 \times 10^{-1}$
 $A_4 = -4.6833 \times 10^{-3}$
 $A_6 = +6.1106 \times 10^{-4}$
 $A_8 = -9.4660 \times 10^{-4}$
 $A_{10} = +2.3384 \times 10^{-4}$
 $A_{12} = -1.5568 \times 10^{-4}$

【表 7-3】

軸上厚
 $A_{14} = +6.6382 \times 10^{-5}$
 $A_{16} = -1.8857 \times 10^{-5}$
 $D = 2.500 \text{ mm}$
 屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.525$
 出射面(対物レンズ)
 曲率半径
 $R = +6.2900 \times 10^0 \text{ mm}$
 非球面係数
 $\kappa = -2.2155 \times 10^{-3}$
 $A_4 = +1.7541 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -9.5133 \times 10^{-3}$
 $A_8 = -1.7951 \times 10^{-2}$
 $A_{10} = +8.9879 \times 10^{-3}$
 間隔(対物レンズ間隔)
 $Z = 0.050 \text{ mm}$
 入射面(対物レンズ)
 曲率半径
 $R = +8.8802 \times 10^{-1} \text{ mm}$
 非球面係数
 $\kappa = -8.0927 \times 10^{-1}$
 $A_4 = +1.1694 \times 10^{-1}$
 $A_6 = +2.8874 \times 10^{-2}$
 $A_8 = +1.2745 \times 10^{-1}$
 $A_{10} = -8.7726 \times 10^{-2}$
 軸上厚
 $D = 1.100 \text{ mm}$
 屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.560$
 出射面(対物レンズ)
 曲率半径
 $R = +1.0000 \times 10^{+2} \text{ mm}$
 間隔(対物レンズ-ディスク)
 $Z = 0.256 \text{ mm}$
 基板厚
 $D = 0.100 \text{ mm}$
 屈折率
 $n(405\text{nm}) = 1.619$

ビームシェイパーの入射面は、数 1 式に表 2 ~ 7 に示す係数を代入した数式で規定される、非円弧トロイダル面で構成されている。

【数1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

ここで、Zは光軸L方向の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX、Y方向の距離（光軸からの高さ）、R_xはXZ面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、k_y及びA_{yi}は非円弧係数である。

5 なお、表2～7において例えば「-1.3672×E-1」は、「-1.3672×10⁻¹」を意味する。

ビームシェイパーの出射面は、数3式に表2～7に示す係数を代入した数式で規定されるトロイダル面で構成されている。

10 【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

また、カップリングレンズ（カップリング光学素子）の入射面及び第2対物レンズの出射面は、それぞれ光軸を中心とした曲率半径Rの球面に形成されている。

15 また、カップリングレンズの出射面、第1ビームエキスパンダーの入射面及び出射面、第1対物レンズの入射面及び出射面、第2対物レンズの入射面は、それぞれ数5式に表2～7に示す係数を代入した数式で規定される光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【数5】

非球面形状式 $Z = \frac{(h^2 / r_i)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) (h / r_i)^2}} + \sum_{i=0} A_{2i} h^{2i}$

ここで、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数、 h は光軸からの距離である。

また、第 2 ビームエキスパンダーの入射面及び出射面には光軸を中心とした回折輪帯が形成されており、回折輪帯のピッチは数 6 の光路差関数に、表 2 ～ 7 に示す係数を代入した数式で規定される。

5 【数 6】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \sum_{i=0} C_{2i} h^{2i}$$

ここで、 C_{2i} は光路差関数の係数である。

なお、表 2 ～ 7 中、「基準波長」とあるのは、いわゆるブレーズ波長を指し、その波長の光束が入射した場合に回折構造により生じるある次数の回折光の回折効率が最大（例えば 100%）となる波長のことである。

表 1 (a) 及び (b) の A S 3 (total) は、温度を 30°C 上昇させた場合における、4 つの非点収差 (A S 3 (Δn)、A S 3 ($\Delta \lambda$)、A S 3 (ΔL)、A S 3 (ΔS)) の合計を示すものである。

表 1 から、本実施例におけるビームシェイパー及び光ピックアップ装置によれば、15 環境温度が変化した場合でも非点収差の発生を抑えることができる事が分かる。

【表8】

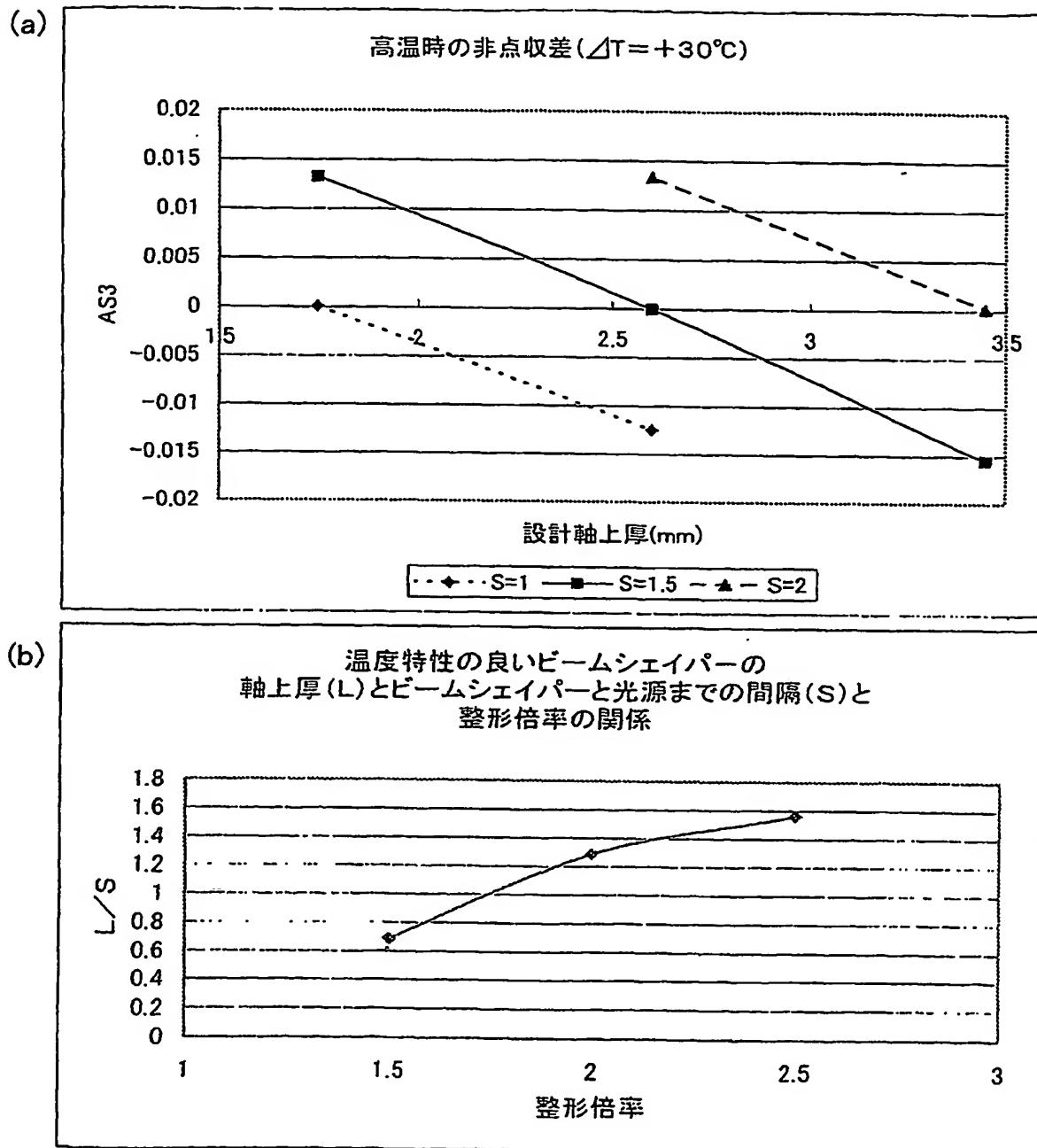


表8 (a) は、実施例1～3の構成において、 $S = 1, 1.5, 2, 0$ と変化さ

せた場合の環境温度変化時の非点収差 A_{S3} の変化量と L との関係を表すグラフである。

表8 (b) は、実施例4～6の構成において、 L/S とビームシェイパーの整形倍率 m との関係を表すグラフである。

5 表8 (a) より、光ピックアップ装置及びビームシェイパーを、 S と L との間に比例関係が成立することに着目して設計することにより、温度変化時の非点収差の変化量をほぼゼロに抑えることができる事が分かる。

表8 (b) より、光ピックアップ装置及びビームシェイパーを、 L/S と m との関係に着目することで、温度変化時の非点収差の発生量を抑えることができる。具
10 体的には、ビーム整形倍率を大きくすると、 X 方向と Y 方向との屈折力が大きく異なり温度変化時に非点収差の変化量が大きくなる、そこで L/S を大きくすることで温度変化時の非点収差の変化量を抑えることができる。

次に、実施例7～11について説明する。

各実施例における光ピックアップ装置は第4図に示したものと同様の構成とな
15 っており、詳しい説明は省略するが、第1図に示した光ピックアップ装置10の構成から、ビームエキスパンダー14を取り除くと共に対物レンズ16を単玉の構成としている。

実施例7のビームシェイパーは、入射面(第3面)と出射面(第4面)が共にシリンドリカル面で構成されており、入射面の面形状は数3式に表9に示す係数を代
20 入した数式で規定されており、出射面の面形状は数1式に表9に示す係数を代入した数式で規定されている。

なお、実施例7のように、シリンドリカル面が数1式、数3式を用いて規定される場合には、数1式、数3式において $R_x = \infty$ を代入し、シリンドリカル面が数2式、

数4式を用いて規定される場合には、数2式、数4式において $R_y=\infty$ を代入することになる。

実施例8のビームシェイパーは入射面が以下の数4式に示すトロイダル面、出射面が以下の数2式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面
5 の面形状は、各式に表10に示す係数を代入した数式で規定される。

実施例9のビームシェイパーは、入射面が数4式に示すトロイダル面、出射面が数1式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面の面形状は、各式に表11に示す係数を代入した数式で規定される。

実施例10のビームシェイパーは、入射面が上記数3式に示すトロイダル面、出
10 射面が数2式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面の面
形状は、各式に表12に示す係数を代入した数式で規定される。

実施例11のビームシェイパーは、入射面が数3式に示すトロイダル面、出射面
が数1式に示す非円弧トロイダル面で構成されており、入射面及び出射面の面形状
は、各式に表13に示す係数を代入した数式で規定される。

【表9-1】

実施例7 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.010 λ	
四葉収差	0.009 λ	
温度特性	-0.001 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第1面	ryi	rx _i	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2520	∞	2.0000	1.52461	
4	-2.0871	∞	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 シリンドリカル面

第4面 シリンドリカル面

$$A_{y4} = -9.5723E-04$$

第8面 非球面係数

$$\kappa = -1.0000E-01$$

$$A_4 = 1.4465E-04$$

$$A_6 = 1.5346E-08$$

第10面 非球面係数

$$\kappa = -5.4726E-01$$

$$A_4 = 3.7831E-04$$

$$A_6 = -1.8413E-03$$

$$A_8 = 6.4043E-04$$

$$A_{10} = -9.8987E-05$$

$$A_{12} = -1.1518E-06$$

$$A_{14} = -7.9320E-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249E-04$$

$$C_4 = -2.0466E-04$$

$$C_6 = -8.5677E-05$$

$$C_8 = 2.6999E-05$$

$$C_{10} = -4.1167E-06$$

【表9-2】

第11面 非球面係数

$\kappa = -3.3066E+02$
 $A_4 = -3.7387E-03$
 $A_6 = 8.8025E-03$
 $A_8 = -5.2282E-03$
 $A_{10} = 1.4815E-03$
 $A_{12} = -2.1825E-04$
 $A_{14} = 1.3236E-05$

【表10-1】

実施例8 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.008 λ	
四葉収差	0.007 λ	
温度特性	0.000 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rx _i	di(407nm)	n _i (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2530	-243.2876	2.0000	1.52461	
4	-2.0865	-798.7465	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Xトロイダル面

第4面 Xトロイダル面係数

$$K_x = -1.9988E+01$$

$$A_{y4} = -1.9289E-03$$

第8面 非球面係数

$$K = -1.0000E-01$$

$$A_4 = 1.5011E-04$$

$$A_6 = 1.0869E-06$$

第10面 非球面係数

$$K = -5.4726E-01$$

$$A_4 = 3.7831E-04$$

$$A_6 = -1.8413E-03$$

$$A_8 = 6.4043E-04$$

$$A_{10} = -9.8987E-05$$

$$A_{12} = -1.1518E-06$$

$$A_{14} = -7.9320E-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249E-04$$

$$C_4 = -2.0466E-04$$

$$C_6 = -8.5677E-05$$

$$C_8 = 2.6999E-05$$

$$C_{10} = -4.1167E-06$$

【表 10-2】

第11面 非球面係数

$\kappa = -3.3066E+02$
 $A_4 = -3.7387E-03$
 $A_6 = 8.8025E-03$
 $A_8 = -5.2282E-03$
 $A_{10} = 1.4815E-03$
 $A_{12} = -2.1825E-04$
 $A_{14} = 1.3236E-05$

【表1 1-1】

実施例9 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.007 λ	
四葉収差	0.005 λ	
温度特性	-0.002 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rx _i	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2522	-520.6418	2.0000	1.52461	
4	-2.0865	-742.0544	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Xトロイダル面

第4面 Yトロイダル面係数

$$K_y = -2.6114E+00$$

$$A_{y4} = -3.8307E-02$$

第8面 非球面係数

$$K = -1.0000E-01$$

$$A_4 = 1.5303E-04$$

$$A_6 = 5.6664E-07$$

第10面 非球面係数

$$K = -5.4726E-01$$

$$A_4 = 3.7831E-04$$

$$A_6 = -1.8413E-03$$

$$A_8 = 6.4043E-04$$

$$A_{10} = -9.8987E-05$$

$$A_{12} = -1.1518E-06$$

$$A_{14} = -7.9320E-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249E-04$$

$$C_4 = -2.0466E-04$$

$$C_6 = -8.5677E-05$$

$$C_8 = 2.6999E-05$$

$$C_{10} = -4.1167E-06$$

【表 1 1-2】

第11面 非球面係数

$$k = -3.3066E+02$$

$$A_4 = -3.7387E-03$$

$$A_6 = 8.8025E-03$$

$$A_8 = -5.2282E-03$$

$$A_{10} = 1.4815E-03$$

$$A_{12} = -2.1825E-04$$

$$A_{14} = 1.3236E-05$$

【表12-1】

実施例10 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.009 λ	
四葉収差	0.007 λ	
温度特性	-0.001 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第1面	ryi	rx _i	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2530	-280.0335	2.0000	1.52461	
4	-2.0872	-1013.4197	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Yトロイダル面

第4面 Xトロイダル面係数

$$K_x = -1.9987E+01$$

$$A_{x4} = -1.8665E-03$$

第8面 非球面係数

$$K = -1.0000E-01$$

$$A_4 = 1.4882E-04$$

$$A_6 = 1.2613E-06$$

第10面 非球面係数

$$K = -5.4726E-01$$

$$A_4 = 3.7831E-04$$

$$A_6 = -1.8413E-03$$

$$A_8 = 6.4043E-04$$

$$A_{10} = -9.8987E-05$$

$$A_{12} = -1.1518E-06$$

$$A_{14} = -7.9320E-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249E-04$$

$$C_4 = -2.0466E-04$$

$$C_6 = -8.5677E-05$$

$$C_8 = 2.6999E-05$$

$$C_{10} = -4.1167E-06$$

【表1 2-2】

第11面 非球面係数

$\kappa = -3.3066E+02$
 $A_4 = -3.7387E-03$
 $A_6 = 8.8025E-03$
 $A_8 = -5.2282E-03$
 $A_{10} = 1.4815E-03$
 $A_{12} = -2.1825E-04$
 $A_{14} = 1.3236E-05$

【表13-1】

実施例11 レンズデータ

	407nm	
	X	Y
物点側NA	0.145	0.057
像点側NA	0.650	0.650
波面収差	0.006 λ	
四葉収差	0.005 λ	
温度特性	-0.001 λ	

→ $\Delta T = +30^\circ\text{C}$ で発生する非点収差量

第i面	ryi	rx _i	di(407nm)	ni (407nm)	
0			0.2513		
1	∞	∞	0.2500	1.52994	
2	∞	∞	1.1853	1.00000	
3	-0.2522	-430.0049	2.0000	1.52461	
4	-2.0866	-620.3211	2.0000	1.00000	
5	∞	∞	8.0000	1.52994	
6	∞	∞	2.2810	1.00000	
7	32.4251	32.4251	2.0000	1.52461	
8	-8.8439	-8.8439	5.0000	1.00000	
9	∞	∞	0.0000	1.00000	
10	1.9327	1.9327	1.8500	1.55981	
11	-11.3206	-11.3206	1.5567	1.00000	
12	∞	∞	0.6000	1.61869	
13	∞	∞	0.0000	1.00000	

第3面 Yトロイダル面

第4面 Yトロイダル面係数

$$K_y = -1.0031E+00$$

$$A_{y4} = -1.7374E-02$$

第8面 非球面係数

$$K = -1.0000E-01$$

$$A_4 = 1.5493E-04$$

$$A_6 = 3.0252E-07$$

第10面 非球面係数

$$K = -5.4726E-01$$

$$A_4 = 3.7831E-04$$

$$A_6 = -1.8413E-03$$

$$A_8 = 6.4043E-04$$

$$A_{10} = -9.8987E-05$$

$$A_{12} = -1.1518E-06$$

$$A_{14} = -7.9320E-07$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 422nm 回折次数8次(407nm))

$$C_2 = -7.7249E-04$$

$$C_4 = -2.0466E-04$$

$$C_6 = -8.5677E-05$$

$$C_8 = 2.6999E-05$$

$$C_{10} = -4.1167E-06$$

【表 1 3 - 2】

第11面 非球面係数

$\kappa = -3.3066E+02$
 $A_4 = -3.7387E-03$
 $A_6 = 8.8025E-03$
 $A_8 = -5.2282E-03$
 $A_{10} = 1.4815E-03$
 $A_{12} = -2.1825E-04$
 $A_{14} = 1.3236E-05$

【数 2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum A_{xi} X^i \right\}$$

5 【数 4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

ここで、Zは光軸L方向の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX、Y方向の距離（光軸からの高さ）、R_xはXZ面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、 κ_x 及びA_{xi}は非円弧係数である。

10 また、各実施例において、カップリングレンズの出射面（第8面）、対物レンズの入射面（第10面）及び出射面（第11面）は、上記数5式に表9～13の係数を代入した数式で規定される光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

また、対物レンズの入射面（第10面）には、更に、光軸を中心とした回折輪帯が形成されており、回折輪帯のピッチは数6の光路差関数に、表9～13に示す係15 数を代入した数式で規定される。

表9～13に示すように、実施例7～13の構成では、温度特性（30度上昇時

に発生する非点収差量) は、 $-0.002\lambda_{\text{rms}}$ から $0.000\lambda_{\text{rms}}$ の範囲内であり、温度変化時の非点収差は十分抑えられていることが分かるが、実施例 7 のように、ビームシェイパーの入射面と出射面を共にシリンドリカル面で構成した場合の四葉収差 (4thAS) の値は $0.009\lambda_{\text{rms}}$ であるのに対し、実施例 5 8～11 のように、入射面と出射面を共にトロイダル面で構成した場合の四葉収差 (4thAS) の値は $0.007\lambda_{\text{rms}}$ 以下となる。

以上より、実施例 7 のように、プラスチック製のビームシェイパーの両面をシリンドリカル面で構成することにより、温度変化時の非点収差を実用上支障が無い程度に抑えることができるが、実施例 8～11 のように、ビームシェイパーの光学面 10 をトロイダル面で構成することにより、温度変化時の非点収差のみならず、残留収差 (4thAS (四葉収差)) の抑制も可能となり、より良好な光学特性を得られることが分かる。

産業上の利用可能性

15 本発明によれば、環境温度の変化に伴う非点収差の発生を抑えながら断面形状が 略円形の発散ビームを射出することができるプラスチック製のビーム整形レンズ、 光源装置及び光ピックアップ装置を得られる。

請求の範囲

1. 水平方向と垂直方向とで放射角が異なる光束を出射する光源と、

前記光束を放射角が略等しい光束に変換して射出するための、線膨張係数 α_n が

5 以下の条件式 (1)

$$5. 0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 8. 0 \times 10^{-5} \quad (1)$$

を満たす、プラスチックからなる単玉のビーム整形素子と、を有し、

前記ビーム整形素子の一部を前記光源に対して、温度変化により生ずる前記ビーム整形素子の屈折率変化に伴って発生する非点収差を前記ビーム整形素子の線膨

10 張により生ずる前記光源と前記ビーム整形素子の入射面との間隔変化で抑制する様、固定配置した事を特徴とする光源装置。

2. 前記ビーム整形素子は、出射面を光源に対して光軸方向に実質変化しない様に固定した事を特徴とする請求の範囲第1項記載の光源装置。

15

3. 前記ビーム整形素子は、温度変化により発生する非点収差を、前記ビーム整形素子の温度変化による形状変化に伴って発生する非点収差を利用して抑制する様、構成される事を特徴とする請求の範囲第2項記載の光源装置。

20 4. 前記ビーム整形素子出射面を固定する固定部材は、線膨張係数が $1. 0 \times 10^{-5} < \alpha_n < 3. 0 \times 10^{-5}$ を満たす材料からなる事を特徴とする請求の範囲第3項記載の光源装置。

5. 前記ビーム整形素子は、入射面と出射面のうち少なくとも一方の光学面の水平方向又は垂直方向の断面形状が非円弧である事を特徴とする請求の範囲第4項記載の光源装置。

5 6. 前記ビーム整形素子入射面の面形状は、以下の数1式又は数2式を満足する事を特徴とする請求の範囲第5項記載の光源装置。

【数1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

【数2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum_i A_{xi} X^i \right\}^2$$

10

なお、Zは光軸方向（Z軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX軸方向（水平方向）、Y軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、R_xはXZ面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、k_x、k_y、A_{xi}及びA_{yi}は非円弧係数である。

15

7. 前記ビーム整形素子出射面の面形状は、以下の数3式又は数4式を満足する事を特徴とする請求の範囲第6項記載の光源装置。

【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【数4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

5

8. 前記ビーム整形素子出射面の面形状が、以下の数1式又は数2式を満足する事を特徴とする請求の範囲第1項記載の光源装置。

【数1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

10

【数2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum A_{xi} X^i \right\}$$

15

なお、Zは光軸方向（Z軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX軸方向（水平方向）、Y軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、R_xはX面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、k_x、k_y、A_{xi}及びA_{yi}は非円弧係数である。

9. 前記ビーム整形素子入射面の面形状が、以下の数3式又は数4式を満足する事

を特徴とする請求の範囲第8項記載の光源装置。

【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【数4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

5

10. 請求の範囲第7項記載の光源装置と、前記光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

10

11. 前記ビーム整形素子出射面から出射された光束の発散角を変換する発散角変換素子を有し、次の関係式を満たす様構成される事を特徴とする請求の範囲第10項記載の光ピックアップ装置。

$$0.5 < (L/S) \times f_c < 1.0$$

15 なお、L：ビーム整形素子の軸上厚 (mm)

S：光源とビーム整形素子入射面との光軸上の距離 (mm)

f_c：発散角変換素子の焦点距離 (mm)

12. 前記発散角変換素子は、前記ビーム整形素子から出射された光束を光軸と平行

20 行な平行光に変換するカップリングレンズである事を特徴とする請求の範囲第1

1 項記載の光ピックアップ装置。

13. 請求の範囲第9項記載の光源装置と、前記光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び
5 ／又は記録を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

14. 前記ビーム整形素子出射面から出射された光束の発散角を変換する発散角変換素子を有し、次の関係式を満たす様構成される事を特徴とする請求の範囲第13項記載の光ピックアップ装置。

10 1. $5 < (L/S) \times f_c < 1.0$

なお、L：ビーム整形素子の軸上厚 (mm)

S：光源とビーム整形素子入射面との光軸上の距離 (mm)

f_c ：発散角変換素子の焦点距離 (mm)

15 15. 前記発散角変換素子は、前記ビーム整形素子から出射された光束を光軸と平行な平行光に変換するカップリングレンズである事を特徴とする請求の範囲第14項記載の光ピックアップ装置。

16. 前記整形素子は、温度変化により発生する非点収差を、前記ビーム整形素子の温度変化による形状変化に伴って発生する非点収差を利用して抑制する様、構成
20 される事を特徴とする請求の範囲第1項記載の光源装置。

17. 前記ビーム整形素子出射面を固定する固定部材は、線膨張係数が 1.0×1

$0^{-5} < \alpha_n < 3$ 、 0×10^{-5} を満たす材料からなる事を特徴とする請求の範囲第1項記載の光源装置。

18. 前記ビーム整形素子は、入射面と出射面のうち少なくとも一方の光学面の水

5 平方向又は垂直方向の断面形状が非円弧である事を特徴とする請求の範囲第1項記載の光源装置。

19. 前記ビーム整形素子入射面の面形状は、以下の数1式又は数2式を満足する事を特徴とする請求の範囲第18項記載の光源装置。

10 【数1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

【数2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum_i A_{xi} X^i \right\}^2$$

なお、Zは光軸方向（Z軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、Yは

15 X軸方向（水平方向）、Y軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、R_xはX
Z面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、k_x、k_y、A_{xi}及びA_{yi}
は非円弧係数である。

20. 前記ビーム整形素子出射面の面形状は、以下の数3式又は数4式を満足する

20 事を特徴とする請求の範囲第19項記載の光源装置。

【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【数4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

5

21. 前記ビーム整形素子出射面の面形状が、以下の数1式又は数2式を満足する事を特徴とする請求の範囲第18項記載の光源装置。

【数1】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left\{ R_x - \frac{Y^2}{R_y(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_y)Y^2 / R_y^2})} + \sum_i A_{yi} Y^i \right\}^2$$

10

【数2】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left\{ R_y - \frac{X^2}{R_x(1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_x)X^2 / R_x^2})} + \sum A_{xi} X^i \right\}$$

15

なお、Zは光軸方向（Z軸方向）の距離（光の進行方向を正とする）、X、YはX軸方向（水平方向）、Y軸方向（垂直方向）の距離（光軸からの高さ）、R_xはX面での近軸曲率半径、R_yはYZ面での近軸曲率半径、k_x、k_y、A_{xi}及びA_{yi}は非円弧係数である。

22. 前記ビーム整形素子入射面の面形状が、以下の数3式又は数4式を満足する

形状である事を特徴とする請求の範囲第21項記載の光源装置。

【数3】

$$(Z - R_x)^2 + X^2 = \left[R_x - \frac{Y^2}{(1 + \sqrt{1 - Y^2 / R_y^2})} \right]$$

【数4】

$$(Z - R_y)^2 + Y^2 = \left[R_y - \frac{X^2}{(1 + \sqrt{1 - X^2 / R_x^2})} \right]$$

5

23. 請求の範囲第1項記載の光源装置と、前記光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる集光素子とを備え、前記光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

10

24. 前記ビーム整形素子出射面から出射された光束の発散角を変換する発散角変換素子を有し、次の関係式を満たす様構成される事を特徴とする請求の範囲第23項記載の光ピックアップ装置。

$$3.5 < (L/S) \times f_c < 1.0$$

15 なお、L : ビーム整形素子の軸上厚 (mm)

S : 光源とビーム整形素子入射面との光軸上の距離 (mm)

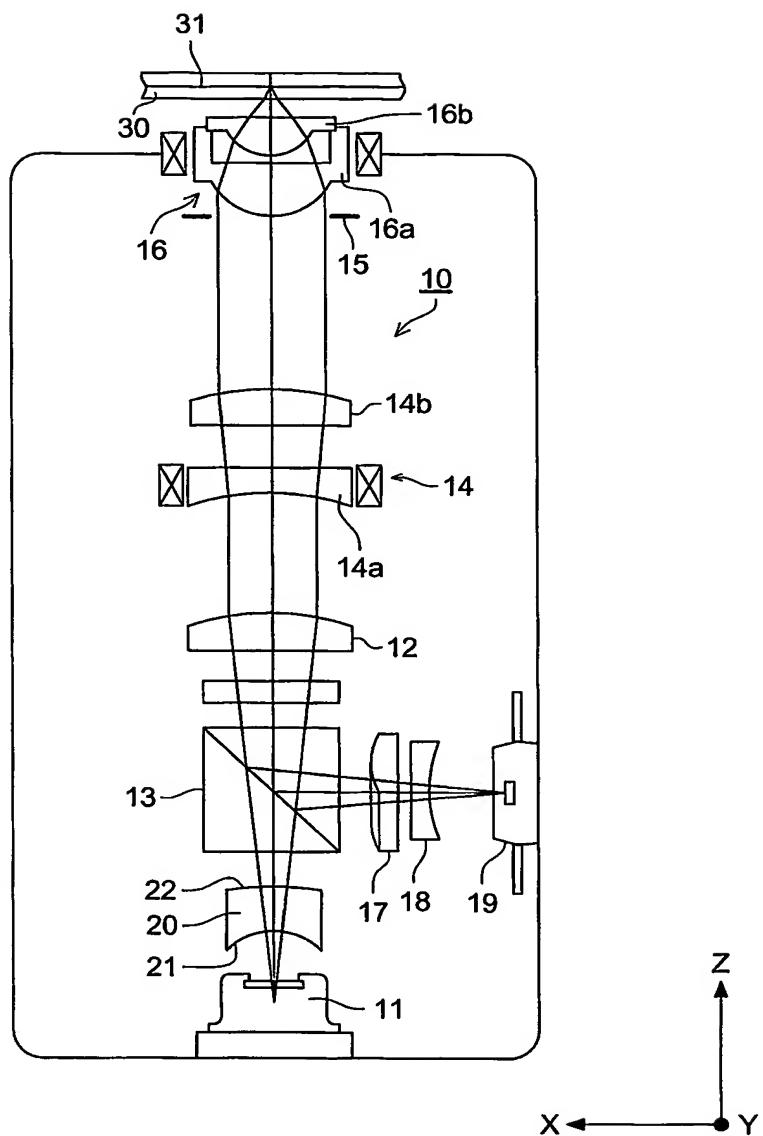
f_c : 発散角変換素子の焦点距離 (mm)

25. 前記発散角変換素子は、前記ビーム整形素子から出射された光束を光軸と平行な平行光に変換するカップリングレンズである事を特徴とする請求の範囲第2

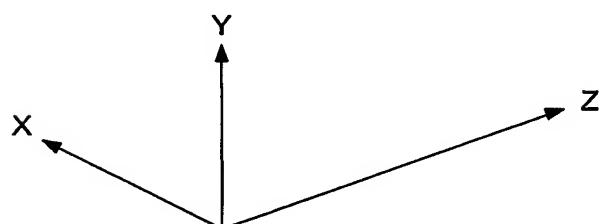
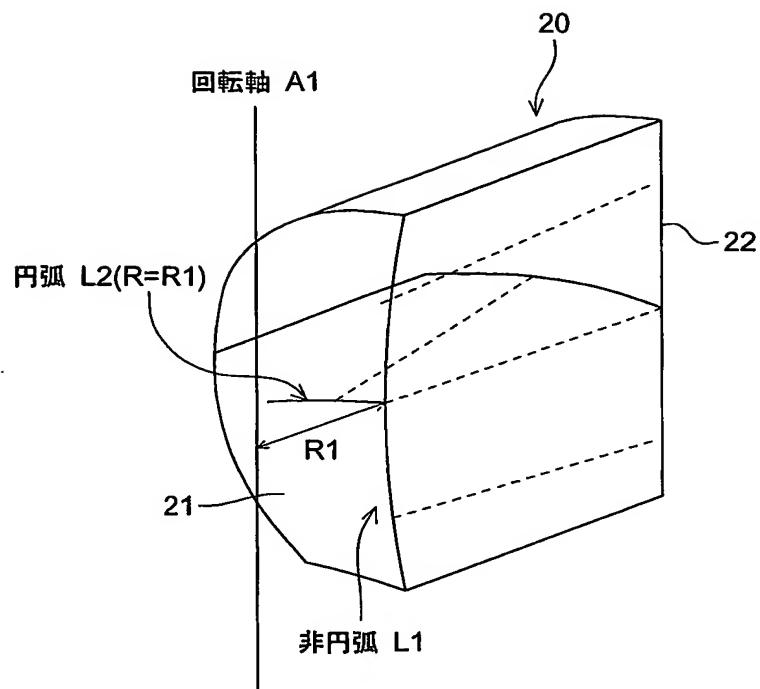
20

4項記載の光ピックアップ装置。

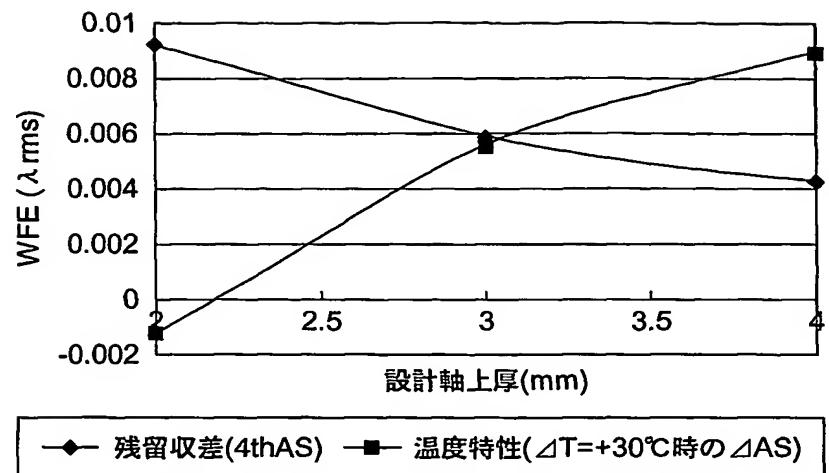
第1圖



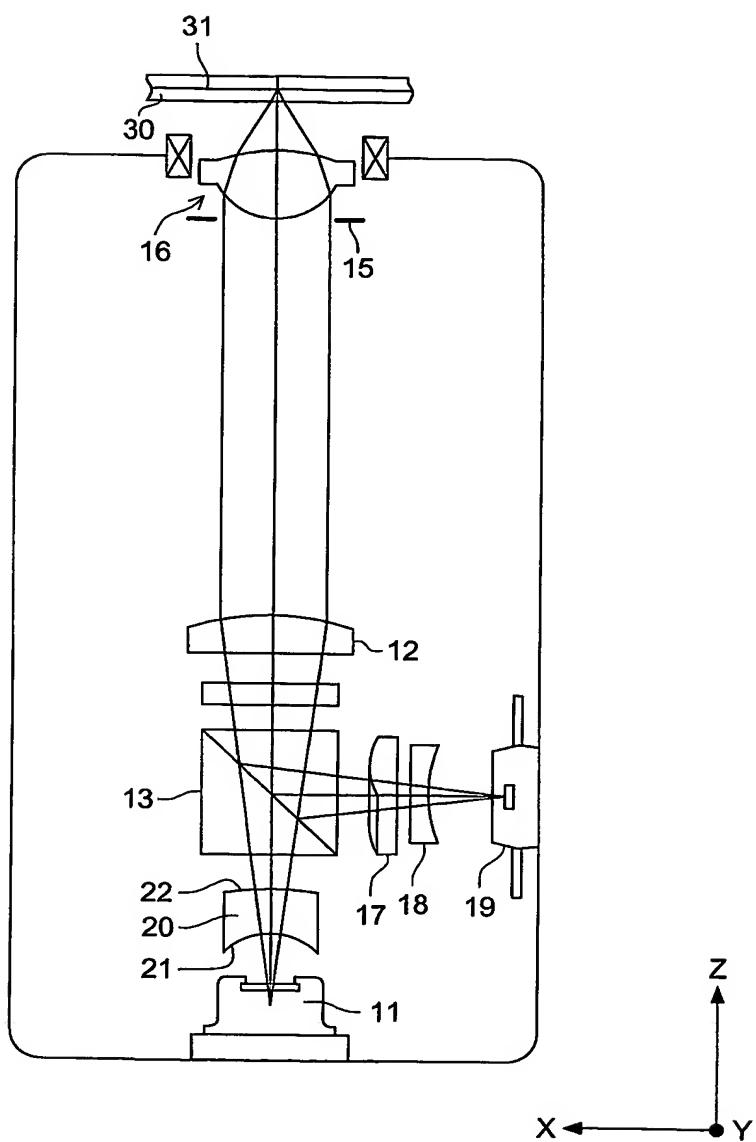
第2図



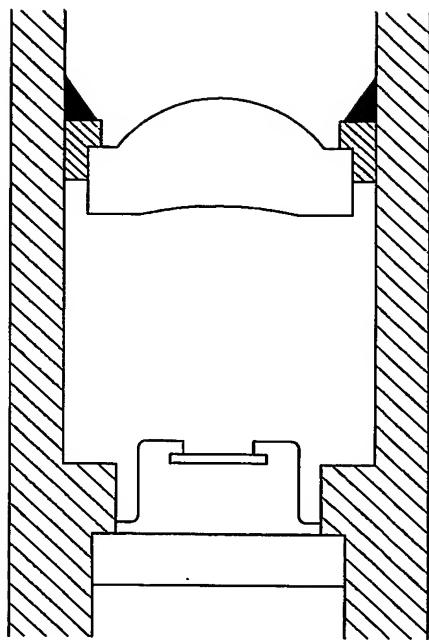
第3図



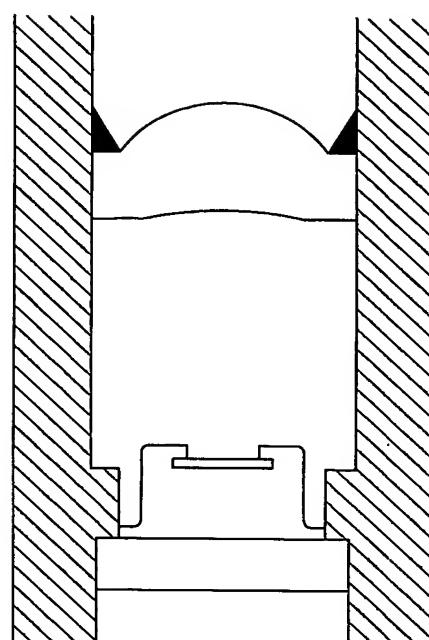
第4図



第 5(a) 図



第 5(b) 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011729

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/135, G02B27/00, 13/00, 13/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/135, G02B27/00, 13/00, 13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-123960 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 April, 2002 (26.04.02), Full text; Figs. 1 to 8 & CN 1348178 A & US 2002/71377 A1	1-25
A	JP 2002-287018 A (Ricoh Co., Ltd.), 03 October, 2002 (03.10.02), Full text; Figs. 1 to 13 (Family: none)	1-25
A	JP 2002-323673 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 November, 2002 (08.11.02), Full text; Figs. 1 to 8 & US 2002/166952 A1	1-25

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 02 December, 2004 (02.12.04)	Date of mailing of the international search report 21 December, 2004 (21.12.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Faxsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011729

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2004-71071 A (Konica Minolta Holdings Kabushiki Kaisha), 04 March, 2004 (04.03.04), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G11B 7/135, G02B 27/00, 13/00, 13/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G11B 7/135, G02B 27/00, 13/00, 13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-123960 A (松下電器産業株式会社) 2002. 04. 26 全文, 図1-8 & CN 1348178 A & US 2002/71377 A1	1-25
A	JP 2002-287018 A (株式会社リコー) 2002. 10. 03 全文, 図1-13 (ファミリーなし)	1-25

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 12. 2004

国際調査報告の発送日

21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五貫 昭一

5D

9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	JP 2002-323673 A (松下電器産業株式会社) 2002. 11. 08 全文、図1-8 & US 2002/166952 A1	1-25
P, A	JP 2004-71071 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2004. 03. 04 全文、図1-11 (ファミリーなし)	1-25

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.